

PAT-NO: JP411054539A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11054539 A  
TITLE: CAPILLARY FOR WIRE BONDING

PUBN-DATE: February 26, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
KATO, YUTAKA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
SUMITOMO METAL MINING CO LTD N/A

APPL-NO: JP09210801  
APPL-DATE: August 5, 1997

INT-CL (IPC): H01L021/60

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase and average the resistance force of a wire to an external stress, by making the face angle value of a face in a given direction different from the face angle value in the direction vertical to the given direction.

SOLUTION: Bonding is performed to a wire whose lengthwise direction is matched with the direction of ultrasonic vibration, by a face 1a where the minimum face angle  $\alpha$  is formed. Bonding is performed to a wire whose lengthwise direction is vertical to the direction of ultrasonic vibration, by a face 1b where the maximum face angle  $\beta$  is formed. On faces except the faces where the maximum face angle and the minimum face angle are formed, face angles which gently change between the minimum and the maximum are formed. Hence, bonding is performed in all directions by a constant force. As a result, the resistance force of a wire to an external stress can be increased and averaged.

COPYRIGHT: (C) 1999, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-54539

(43)公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>  
H 0 1 L 21/60

識別記号  
3 0 1

F I  
H 0 1 L 21/60

3 0 1 G

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-210801

(22)出願日 平成9年(1997) 8月5日

(71)出願人 000183303

住友金属鉱山株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(72)発明者 加藤 豊

東京都青梅市末広町1-6-1 住友金属  
鉱山株式会社電子事業本部内

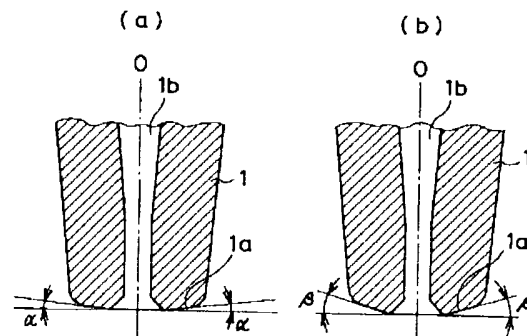
(74)代理人 弁理士 篠原 泰司

(54)【発明の名称】 ワイヤーボンディング用キャピラリー

(57)【要約】

【課題】 半導体素子の組立工程のワイヤーボンディングにおいて、外部応力に対するワイヤーの抵抗力を増大させて平均化し、半導体素子の性能を向上させ得るキャピラリーを提供する。

【解決手段】 本発明のワイヤーボンディング用キャピラリーは、円筒状の直胴部の先端に、中空部1bを有し滑らかな曲面で形成されたフェイス面1aを備えたテーパ状のフェイス部1が設けられている。又、フェイス面1aの所定方向のフェイス角 $\alpha$ とその方向と垂直な方向のフェイス角 $\beta$ との大きさは異なっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体素子の組立工程で用いられる円筒状の直胴部の先端に中空部を有し滑らかな曲面で形成されたフェイス面を備えたテーパ状のフェイス部が設けられたワイヤーボンディング用キャピラリーにおいて、前記フェイス面の所定の方向のフェイス角の大きさとその方向と垂直な方向のフェイス角の大きさが異なっていることを特徴とするキャピラリー。

【請求項2】 前記大きさの異なるフェイス角は夫々最大と最小に設定され、フェイス面の最大のフェイス角が設定された位置から最小のフェイス角が設定された位置に向けてフェイス角がなだらかに変化していることを特徴とする請求項1に記載のキャピラリー。

【請求項3】 前記キャピラリーの直胴部には所定の大きさのフェイス角が形成されたフェイス面の位置を示すマーク又は切欠部が形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のキャピラリー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子の組立工程におけるワイヤーボンディングに使用されるキャピラリーに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、半導体素子の組立工程において、アルミニウム等の金属で形成されたシリコンチップの電極パッドと電気信号を外部回路に伝達する金属リードとを接合するために、ワイヤーボンディング技術が広く採用されている。とりわけ、金ワイヤーを用いるボールウエッジボンディング法においては、セラミック材で作られたキャピラリーが用いられる。尚、ボールウエッジボンディング法とは、現在広く用いられている技術であるが、ワイヤーボンディングの際に、ボンディングされるワイヤーの端部が一部溶解、固化されることによりボールが形成され、このボールが接合に利用されるものである（ボールボンドと呼ばれる）。又、前記ワイヤーの他端はそのまま対象物に押し付けられて接合される（ウエッジボンドと呼ばれる）。

【0003】図5（a）は従来のワイヤーボンディング用キャピラリーの外観を示す斜視図である。又、図5

（b）は同図（a）に示された中心線Oに沿う断面図におけるキャピラリー先端のフェイス部の構成を示す部分拡大図である。このキャピラリー11の先端のフェイス部12は、ボンディングの際に、実際にボールやワイヤーをボンディング対象物に押し付け接合するためのものであるが、図示されているように、フェイス面12aは一定のフェイス角 $\theta$ を有している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ボールウエッジボンディングでは、予めボンディング対象物を加熱しておき、ボール又はワイヤーをボンディング対象物にボンデ

イングするときにキャピラリーを介して超音波振動を前記ボール又はワイヤーと対象物との接合面に印加し、その超音波振動により接合が促進される。但し、この場合、前記超音波振動は通常一つのトランスデューサーで発振されるが、振動の方向は一方のみである。

【0005】ところが、実際にボンディング対象物にボンディングされるワイヤーの方向は一方に限られず、シリコンチップの全周にわたってあらゆる方向にボンディングされるため、各ボンディング対象物とワイヤーとの接合部においてワイヤーの長さ方向と超音波振動の方向とにずれが生じることが多い。

【0006】又、ワイヤーが外部電極のリードと接合される所謂セカンドボンドでは、通常ウエッジボンドされる。この場合、ワイヤーがキャピラリーのフェイス面で潰されながら前記外部電極のリードに接合されていくが、このときワイヤーの長さ方向と超音波振動の方向とが同じ場合には、ワイヤーは超音波振動によってその長さ方向にだけ押し伸ばされることになるため、ワイヤーの潰れ幅はワイヤーの直径より少し広がった程度となる。従って、図6（a）に示すように、ワイヤーの潰れ幅 $r_1$ は比較的小さくなる。一方、ワイヤーの長さ方向と超音波振動の方向とが垂直である場合には、ワイヤーの幅を押し広げるように超音波振動が働くため、図6（b）に示すように、ワイヤーの潰れ幅 $r_2$ は前記の場合よりも大きくなる。尚、ワイヤーの長さ方向と超音波振動の方向とが平行又は垂直となっていない場合には、ワイヤーの潰れ幅は前記各場合の中間域の大きさになる。

【0007】又、図7（a）、（b）、図8（a）、（b）は夫々キャピラリーのフェイス角の大きさとこのキャピラリーによりボンディングされたワイヤーの潰れ幅の大きさとの関係を示す図である。これらの図はキャピラリーに超音波振動を与えずにキャピラリーを押し付けたのみでワイヤーを潰した場合のワイヤーの潰れ幅の大きさを説明するためのものである。図7（a）に示されたキャピラリーのフェイス角 $\theta_1$ の大きさは、図8（a）に示されたキャピラリーのフェイス角 $\theta_2$ よりも小さく形成されており、超音波振動を与えずキャピラリーの押し付けのみでワイヤーを潰した場合には、キャピラリーのフェイス角が大きい程ワイヤーの潰れ幅が小さくなる傾向があることが分かる。

【0008】ところで、ワイヤーの潰れ幅はできるだけ大きい方が好ましい。なぜなら、ワイヤーとリードとの接合部分の端部（セカンドネックと呼ばれる）に位置する、ワイヤーが潰されて変形した部分の断面積が相対的に大きくなり、ワイヤーの外力に対する抵抗力が大きくなるからである。

【0009】実際の半導体素子組立工程においてワイヤーに働く外力としては、まず、組立工程中の振動や樹脂モールドのときに発生する応力が考えられる。又、半導

体素子として使用するときのはんだリフロー等の外部からの熱や、電気信号処理中のシリコンチップの自己発熱による温度変化を原因とする半導体素子を構成する部材の熱膨張等の影響により、応力が発生する場合もある。そこで、このような応力がワイヤーに働く場合には、前記リードとワイヤーとの接合部分の抵抗力を高めることが半導体素子の性能を維持するうえで重要となる。

【0010】しかしながら、従来のキャピラリーによりワイヤーボンディングが行われた半導体素子では、超音波振動の方向がワイヤーの長さ方向とほぼ同じ場合には、ワイヤーの潰れ幅が比較的小さく、破壊応力に対するワイヤーの抵抗力がセカンドネック部において低下してしまうために、組立工程中で断線してしまったり、半導体素子として使用しているときに断線してしまうようなことがあった。

【0011】ところで、超音波振動の方向とワイヤーの長さ方向とが同一の場合に発生するワイヤーの外部応力に対する抵抗力の低下を、キャピラリーのフェイス面のフェイス角を小さく設定してワイヤーの潰れ幅を大きくして回避することは可能ではある。しかし、従来のキャピラリーではフェイス面に全面にわたり同一のフェイス角が形成されるため、長さ方向が超音波振動の方向と垂直な方向にあるワイヤーをボンディングしたときにワイヤーが潰れ過ぎてしまう。このような場合でも、やはりワイヤーのネック部の断面積が小さくなってしまって、外部応力がワイヤーに作用した場合に断線を起こしてしまうことになる。このように、従来のキャピラリーでは一定の方向のワイヤーに対してだけの効果しか期待できない。

【0012】更に、近年のシリコンチップの配線構造の微細化に伴い、ボンディングパッド同士の間隔が狭くなってきており、これに対応するためにボンディングワイヤーも細線化されてきたために、セカンドボンドの接合部の面積及びワイヤーの外部応力に対する抵抗力が相対的に小さくなってきているので、従来のキャピラリーを用いた場合には前述の欠点が更に大きな問題となる。

【0013】そこで、上記のような問題点を解決するため、本発明は、半導体素子の組立工程のワイヤーボンディングにおいて、外部応力に対するワイヤーの抵抗力を増大させて平均化し、半導体素子の性能を向上させ得るキャピラリーを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は半導体素子の組立工程で用いられる円筒状の直胴部の先端に中空部を有し滑らかな曲面で形成されたフェイス面を備えたテーパ状のフェイス部が設けられたワイヤーボンディング用キャピラリーであって、前記フェイス面の所定の方向のフェイス角の大きさとその方向と垂直な方向のフェイス角の大きさとが異なっていることを特徴とする。特に、本発明のキャピラリーで

は、前記大きさの異なるフェイス角は夫々最大と最小に設定され、フェイス面の最大のフェイス角が設定された位置から最小のフェイス角が設定された位置に向けてフェイス角がなだらかに変化していることが好ましい。又、本発明のキャピラリーの直胴部には所定の大きさのフェイス角が形成されたフェイス面の位置を示すマーク又は切欠部が形成されていることを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】図1(a)は本発明によるワイヤーボンディング用キャピラリーの先端フェイス部の構成を示すキャピラリーの中心線上の断面図である。又、図1(b)は同図(a)の図面に垂直な方向でキャピラリーの中心線上の断面図である。

【0016】本発明のキャピラリーは、図示しない円筒状の直胴部の先端に図1(a)、(b)に示されたような中空部1bを有するテーパ状のフェイス部1が設けられている。又、フェイス部1には滑らかなフェイス面1aが形成されている。図1(a)に示すように、フェイス面1aの所定の位置には最小のフェイス角 $\alpha$ が夫々形成されている。一方、図1(b)に示すように、フェイス角 $\alpha$ が形成された位置とキャピラリーの中心線Oを中心として90度の位置のフェイス面1aには最大のフェイス角 $\beta$ が夫々形成されている。又、フェイス面1aにおいて、フェイス角 $\alpha$ が形成された位置からフェイス角 $\beta$ が形成された位置にかけてのフェイス角の大きさは、 $\alpha$ から $\beta$ へなだらかに変化している。

【0017】従って、本発明のキャピラリーをワイヤーボンダーに取り付ける際に、超音波振動の方向とフェイス角 $\alpha$ が形成されているフェイス面1aの位置とを一致させて取り付けるだけで、前記超音波振動の方向と垂直な方向のフェイス面1aのフェイス角の大きさを前記 $\alpha$ よりも大きいものを配置させることが可能になる。即ち、長さ方向が超音波振動の方向と一致するワイヤーに対しては最小のフェイス角が形成されたフェイス面によりボンディングが行われ、長さ方向が超音波振動の方向と垂直になっているワイヤーに対しては最大のフェイス角が形成されたフェイス面によりボンディングが行われることになる。又、最大、最小のフェイス角が形成された面以外のフェイス面は、それらの値の間をなだらかに変化する大きさのフェイス角が形成されており、これらの面により長さ方向が前記超音波振動の方向に対して平行又は垂直以外の方向にあるワイヤーのボンディングが行われる。

【0018】この結果、本発明のキャピラリーを用いてボールウエッジ方式のワイヤーボンディングを行えば、どのような方向にあるワイヤーに対しても一定の強さでボンディングが行われるため、ワイヤーの潰れ幅も一定に維持することができる。よって、ボンディングされた全てのワイヤーのネック部が、当該ワイヤーにかかる外部応力に対して同程度の大きさの抵抗力が得られる

ようになる。即ち、従来のキャピラリーを用いてワイヤーボンディングを行った場合、ワイヤーのネック部の外部応力（例えば引っ張り力等）に対する抵抗力は、ボンディングされるワイヤーの方向によって様々であったが、本発明のキャピラリーを用いればそのような不具合は生ぜず、どのような方向のワイヤーも同様の抵抗力が得られるようになる。

【0019】ところで、本発明のキャピラリーにおいて、フェイス面のフェイス角を夫々どのような角度に設定するかは、フェイス角以外のキャピラリーのデザインやワイヤーボンディングの際の接合条件等により、最適値は異なってくるため一律には決定できない。しかし、発明者の実験によれば、フェイス角は0～15°の間、最小のフェイス角と最大のフェイス角との角度の差は2°以上になるように設定すれば好ましい結果が得られることが判明した。

【0020】更に、本発明のキャピラリーでは、図2(a), (b)に示すように、最小のフェイス角が設定されているフェイス面の位置が容易に判別できるようにするため、最小のフェイス角が設定されているフェイス面の位置と一致する直胴部10の側面にマーク2が付されている。従って、このマーク2が超音波振動の方向と一致するように本発明のキャピラリーをワイヤーボンダーに取り付けられれば、容易に超音波振動の方向と最小のフェイス角が設定されたフェイス面の方向とを一致させることができる。

【0021】又、本発明のキャピラリーにおいては、前記フェイス角を判別するためのマーク2に代えて、図3(a), (b)に示すように、直胴部10に所定のフェイス角が形成されている位置を判別するための切欠部3を設けてもよい。詳しくは、この切欠部3を設けることにより形成される平面が最小のフェイス角が設定されているフェイス面の方向と略平行になるように形成されている。このような切欠部3を設けても、最小のフェイス角が設定されているフェイス面の方向を容易に判別することができる。尚、本発明のキャピラリーでは、前述のように、切欠部3が設けられることにより直胴部10の側面に小さな平面が形成されることになるが、この平面はキャピラリーをワイヤーボンダーに取り付ける際に不具合を生じさせる程大きいものではない。

【0022】更に、本発明のキャピラリーにおいて、図4(a), (b)に示すように、切欠部3を直胴部10の側面の対称な位置に二つ設けてもよい。こうすることで、キャピラリーをワイヤーボンダーに取り付ける際に、ピンセットで切欠部3として形成された平面を挟めば、ピンセットの延長方向に最小のフェイス角が設定されているフェイス面が位置することになる。即ち、ピンセットでキャピラリー直胴部10の切欠部3を挟んだ状態であっても、最小のフェイス角が設定されたフェイス面の方向を容易に判別することができるようになる。従

って、本発明のキャピラリーをピンセットを用いてワイヤーボンダーに取り付ける際に、フェイス角の方向の微妙な調整も容易になり、ワイヤーボンダーへの取り付け精度の向上も図れる。

【0023】更に、本発明のキャピラリーは、ボンディングすべき対象物のパッド及びリードの配置に従ってフェイス面に夫々設定される異なるフェイス角の方向を90°ではない角度にしてもよい。又、直胴部10のマーク2、切欠部3の形状やその位置を変えても、得られる効果は変わらない。

【0024】以下、本発明の実施例を示す。

#### 【0025】実施例

まず、一辺に25個、4辺で合計100個のボンディングパッドを有するシリコンチップと、これを搭載したやはり4辺で合計100本のリードを有するリードフレームを用意した。そして、これを最小のフェイス角が4°、最大のフェイス角が8°に設定され、滑らかな曲面で形成されたフェイス面を有する本発明のキャピラリーを用いて、前記シリコンチップのボンディングパッドとリードフレームのリードとの間でワイヤーボンディングを行った。使用したワイヤーの直径は30μm、破断荷重は13.4gであった。又、ボンディングされた各ワイヤーはシリコンチップの中心から放射線状に延びており、100本でほぼ360°をカバーしていた。

【0026】次に、シリコンチップのボンディングパッドに接合されたボールの真上のワイヤー部分を、ワイヤーにできるだけ応力をかけないように鋭利なメスで切断した。そして、ワイヤーをリード側の接合部分を起点にしてリードフレームに対して垂直に立ててから、そのワイヤーを治具で挟み、この治具をリードフレームに対して垂直な方向に引っ張り上げることによってワイヤーに引っ張り力を与え、ワイヤーが破断したときの応力を測定することによってリード側にウェッジボンドされたワイヤーのネック部の破断荷重を測定した。尚、この方法は、一般にピール試験又はワイザー試験といわれる方法である。

【0027】結果は、超音波振動の方向と平行にボンディングされたワイヤー20本の破断荷重の平均値は9.7g、標準偏差は0.44gであった。又、超音波振動の方向と垂直な方向にボンディングされたワイヤー20本の破断荷重の平均値は9.9g、標準偏差は0.48gであった。この結果から、本発明のキャピラリーを用いた場合、ボンディングされたワイヤーの方向による差は非常に少ないことが分かった。

【0028】一方、本発明の効果を示すために、8°のフェイス角が一様に設定されているフェイス面を有する従来キャピラリーを用いて、前記と同様の方法を用いてワイヤーボンディングと破断荷重の測定を行った。この結果は、超音波振動の方向と平行にボンディングされたワイヤー10本の破断荷重の平均値は7.6g、標準偏

差は0.67gであった。又、超音波振動の方向と垂直な方向にボンディングされたワイヤー10本の破断荷重の平均値は9.8g、標準偏差は0.45gであった。このように、従来のキャピラリーを用いた場合、ボンディングされたワイヤー方向による破断強度の差は大きかった。

#### 【0029】

【発明の効果】上述のように、本発明のワイヤーボンディング用キャピラリーを用いてワイヤーボンディングを行えば、外部応力に対するワイヤーの抵抗力を増大させ平均化させることができる。特に、これを半導体素子の製造工程で用いることにより、半導体素子の性能の向上を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明によるワイヤーボンディング用キャピラリーの先端フェイス部の構成を示すキャピラリーの中心線上の断面図である。(b)は(a)の図面に垂直な方向でキャピラリーの中心線上の断面図である。

【図2】(a)、(b)は本発明のワイヤーボンディング用キャピラリーの外観を示す斜視図である。

【図3】(a)、(b)は本発明のワイヤーボンディング用キャピラリーの外観を示す斜視図である。

【図4】(a)、(b)は本発明のワイヤーボンディン

グ用キャピラリーの外観を示す斜視図である。

【図5】(a)は従来のワイヤーボンディング用キャピラリーの外観を示す斜視図である。(b)は(a)に示された中心線Oに沿う断面図におけるキャピラリーの先端フェイス部の構成を示す部分拡大図である。

【図6】(a)はワイヤーの長さ方向と超音波振動の方向とを一致させた状態でボンディングされたワイヤーの潰れ幅を示す図である。(b)はワイヤーの長さ方向と超音波振動の方向とを垂直にした状態でボンディングされたワイヤーの潰れ幅を示す図である。

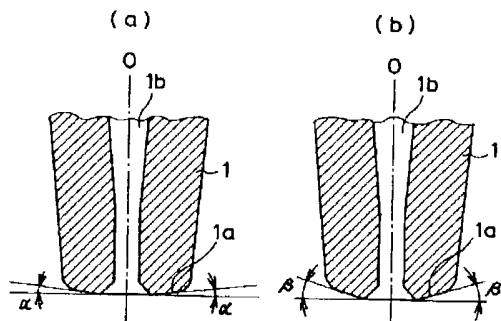
【図7】(a)、(b)は夫々キャピラリーのフェイス角の大きさとこのキャピラリーによりボンディングされたワイヤーの潰れ幅の大きさとの関係を示す図である。

【図8】(a)、(b)は夫々キャピラリーのフェイス角の大きさとこのキャピラリーによりボンディングされたワイヤーの潰れ幅の大きさとの関係を示す図である。

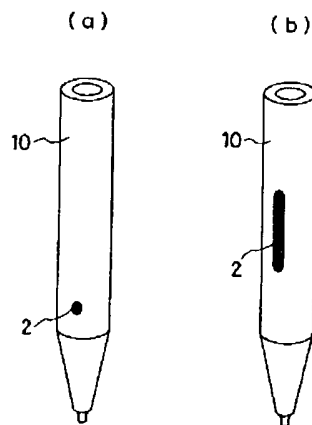
#### 【符号の説明】

- |         |        |
|---------|--------|
| 1, 12   | フェイス部  |
| 1a, 12a | フェイス面  |
| 2       | マーク    |
| 3       | 切欠部    |
| 10      | 直胴部    |
| 11      | キャピラリー |

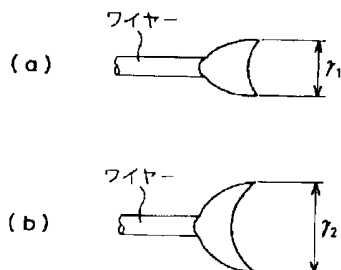
【図1】



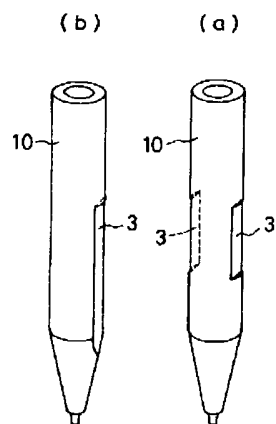
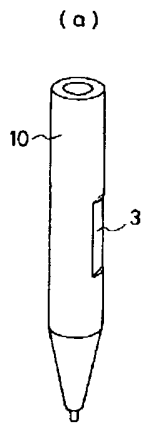
【図2】



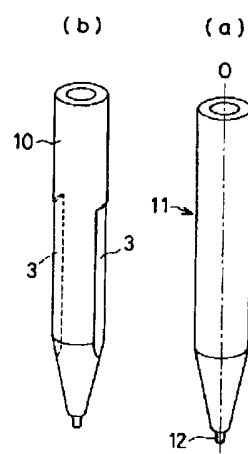
【図6】



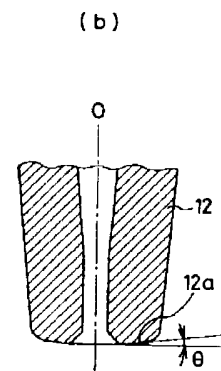
【図3】



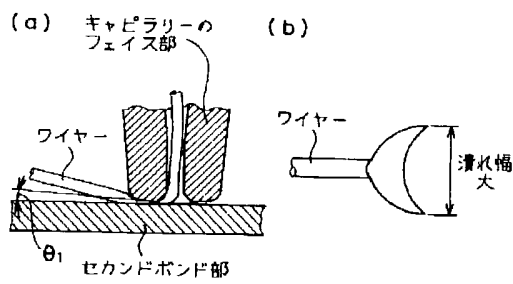
【図4】



【図5】



【図7】



【図8】

